

ANALISIS FREKUENSI RESONANSI LOKAL DAN KOEFISIEN SERAP PADA SONIK KRISTAL 2D



**Disusun Oleh:
HANIEF BETA AZIMUT
M0211035**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Agustus, 2017**

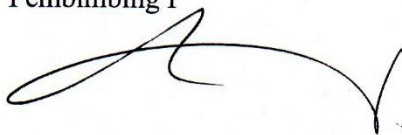
**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISIS FREKUENSI RESONANSI LOKAL DAN KOEFISIEN SERAP
PADA SONIK KRISTAL 2D**

Oleh:
HANIEF BETA AZIMUT
M0211035

Telah Disetujui Oleh

Pembimbing I



Drs. Harjana, M.Si. M.Sc., Ph.D.
NIP. 195907251986011001

Tanggal... 31 Juli 2017

Pembimbing II



Drs. Iwan Yahya, M.Si.
NIP. 196707301993021001

Tanggal... 1 Agustus 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul : Analisis Frekuensi Resonansi Lokal dan Koefisien Serap pada Sonik Kristal 2D

Yang ditulis oleh

Nama : Hanief Beta Azimut

Nim : M0211035

Telah Diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Selasa

Tanggal : 1 Agustus 2017....

Dewan penguji

1. Ketua Penguji

Budi Legowo, S.Si., M.Si

NIP. 197305101999031002

2. Sekretaris Penguji

Nuryani, S.Si, M.Si, Ph.D

NIP. 196903032000031001

3. Anggota Penguji 1

Drs. Harjana, M.Si. M.Sc., Ph.D.

NIP. 195907251986011001

4. Anggota Penguji 2

Drs. Iwan Yahya, M.Si.

NIP. 196707301993021001

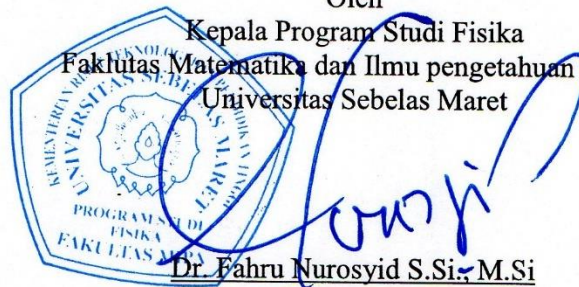
Disahkan pada tanggal 26-09-2017

Oleh

Kepala Program Studi Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret



Dr. Fahru Nurosyid S.Si., M.Si

NIP. 197210132000031002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual dari penelitian saya dengan judul “Analisis Frekuensi Resonansi Lokal dan Koefisien Serap pada Sonik Kristal 2D” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi ini tidak berisi materi penelitian orang lain maupun telah dipublikasikan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi Negeri lainnya kecuali yang tertulis dalam daftar pustaka dalam Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis dibagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 21-07-2017

HANIEF BETA AZIMUT

HALAMAN MOTTO

“Be a Smart Muslim, Be a Good Muslim”

*“Hari dimana anda tidak memikirkan akibat yang disebabkan oleh kita adalah
dimana anda tidak membedakan orang yang satu dengan orang lain,
So. Berpegang teguhlah kepada pendirian bahwa Tuhan Yang Maha Esa selalu
melihat semua yang kita perbuat”*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini dipersembahkan kepada:

Ibu Nurhayati & Bapak Rosidi yang selama ini meluangkan hidupnya untuk berusaha membesarkan, mendidik, dan menjaga penulis sehingga tumbuh menjadi seperti sekarang. Terimakasih atas peluh yang telah engkau keluarkan selama ini, semoga selalu diberi keselamatan dan dijauhkan dari segala bentuk keburukan.

Mas Guntur & Mba Lia serta **Adikku Gama** terimakasih atas dukungan moral hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi. **Adina Hurun A'in** keponakan pertamaku yang memberikan senyum ketika berkunjung kerumah.

Dosen – dosen yang telah memberikan ilmu tentang kehidupan, ilmu eksak, ilmu perencanaan usaha dan ilmu manajemen diri yang penulis terima selama menjadi mahasiswa untuk bekal memantaskan diri dikemudian hari.

Analisis Frekuensi Resonansi Lokal dan Koefisien Serap pada Sonik kristal 2D

HANIEF BETA AZIMUT

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Cacat Sonik Kristal ini sering diartikan dengan perubahan pada dimensi geometris penghambur atau penggantian dari posisi awal. Oleh karena itu, cacat sonik kristal dan karakteristik akustik berhubungan dengan masalah kisi – kisi. Terwujudnya eksperimen sonik kristal dua dimensi baru yang menampilkan cacat lokal yang diperkenalkan dalam makalah ini. Analisis karakteristik akustik cacat sonik kristal yang berkaitan dengan penghambur lokal tertentu daripada cacat kisi seperti biasanya dibahas dalam literatur. Karena tujuan ini, model sonik kristal dibangun dari tabung PVC dalam formasi kubik 3 kali 3. Semua penghambur memiliki sepasang celah kecil horizontal seperti dinding terbuka, dan segmen di antara ditekan kedalam untuk membentuk lubang cekung kecil pada tubuh penghambur. Keseluruhan penghambur memiliki dimensi geometris serupa untuk diletakkan di dalam *impedance tube* untuk analisis *insertion loss* dan respon frekuensi. Hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan cacat sebaran yang diusulkan memiliki penurunan penyisipan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan model cacat kisi. Cacat sebaran juga membawa kemungkinan untuk pengaturan resonansi lokal sonik kristal dengan menggunakan satu dimensi sebaran geometris.

Kata Kunci: sonik kristal, cacat lokal, penyisipan kinerja, satu dimensi sebaran geometris.

Local Resonance Frequency Analysis and Absorption Coefficient on Sonic Crystal 2D

HANIEF BETA AZIMUT

Physic Department, Faculty of Mathematic and Naturan Sciences,
Sebelas Maret University

ABSTRACT

Sonic crystal defect is commonly associated with the changes on scatterer geometrical dimension or due to its replacement from the initial position. Accordingly, the defect of sonic crystal and its acoustical characteristics are related to the lattice problems. An experimental realization of a new two-dimensional sonic crystal featuring local defect introduced here in this paper. The acoustic characteristics analysis of the sonic crystal defect is related to the specific local scatterer instead of lattice defect as commonly discussed in the literature. Due to these purposes, the sonic crystal model constructed from PVC tube in a 3 by 3 cubical formation. All scatterer has a pair of small horizontal slit-like opening on the wall, and the segment in between is pressed inward to form a small concave orifice on the scatterer body. The whole nine scatterer has a similar geometrical dimension to be put inside impedance tube for insertion loss and frequency response analysis. The results show that the proposed scatterer defect approach has the better insertion loss performance compared to the lattice defect model. It also brings the possibility for customization of the sonic crystal local resonant by using single geometrical dimension scatterer.

Keywords: Sonic crystal, Local defect, Insertion loss, Single geometrical dimension scatterer.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan segala rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini.

Skripsi yang penulis susun sebagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains. Skripsi ini diberi judul “Analisis Frekuensi Resonansi Lokal dan Koefisien Serap pada Sonik Kristal 2D”. terselesaikannya skripsi ini merupakan salah satu capaian bagi penulis.

Skripsi ini merupakan akhir dari kehidupan mahasiswa S1 Universitas Sebelas Maret Surakarta. Selama menjadi mahasiswa S1 Universitas Sebelas Maret Surakarta, penulis telah banyak mendapatkan pelajaran baik itu yang terprogram oleh kurikulum maupun dari organisasi. Penulis banyak belajar mengenai membagi waktu, memimpin tim dan berbicara didepan umum yang sebelumnya penulis tidak mampu melakukannya.

Kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan kehidupan mahasiswa S1 Fisika FMIPA UNS dan Skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih. Ucapan terimakasih khusus penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Harjana selaku Pembimbing I yang selalu memberikan masukan untuk penyempurnaan dalam penulisan hingga penulis memperoleh gelar sarjana.
2. Bapak Iwan Yahya selaku Pembimbing II terimakasih atas waktu untuk menjaga dan memastikan penulis tetap pada posisi sebagai mahasiswa yang harus menyelesaikan studi.
3. Bapak Ubaidillah terimakasih untuk diskusi dan perhatian kepada penulis.
4. Kedua Orang Tua, Mas Guntur & Mba Lia serta adikku Gama terimakasih atas waktu yang diberikan untuk menjadi pendengar dan selalu mendoakan serta mendukung penulis.
5. Kamu yang kelak kusebut sebagai belahan jiwa, yang selalu kuselipkan dalam rapalan doa sederhana, semoga dipertemukan dalam drama yang indah.
6. Bapak Mohtar Yuniarto selaku Pembimbing Akademik penulis dari awal masuk ke kampus, terimakasih atas perhatian sebagai bapak yang mengerti akan langkah akademik di kampus, hingga menjadi rekan kerja di berbagai *event* dan keanggotaan di beberapa kegiatan.

7. Keluarga ASC yang bersedia menjadi tempat melangkahhkan kaki di tugas akhir, Mba restu, Mba Dian, Mba Eqi, Endang, Nunung, Nina, Ana, Intan, Mustika, Julius, Aris, Tito, Syakir, Abid, Teguh.
8. Rekan kerja di Laboratorium Komputasi Fisika, Rio, Ivan & Azis yang menjadikan Laboratorium sebagai lahan untuk menyambung hidup di tanah rantau.
9. Teman – teman Fisika angkatan 2011, terimakasih telah melangkahhkan kaki bersama walaupun berpisah pada masing – masing semester dengan lulus menjadi Sarjana Sains di bidang yang digeluti.
10. Teman main sebelah yang selalu menghasut untuk mencari duren pada setiap musim dan kadang tidak pada musimnya pun mencari, Kemas, Ikhwan, Luqman, Tito, Agung, Laudy, Aziz, Poundra, Haekal, Arief, Fahmy, Eka, Cici, Okta, Mara, Nunung, Nadya.
11. Anak – anak penghuni kampus yang setiap hari menginap di kampus, LAB ROBOT (Bintang, Trio, Bangun), LAB OPTIK (Lintang, Pupus, Maarif), LAB GEOFISIKA (Fahrul, Digyo, Diaz, Andika, Chiran), Fisika12, Fisika13, Fisika14.
12. Teman – teman yang telah membersamai penulis selama berada disolo, Kost Aksioma (Lutfi, Ogi, Amri, Medy), keluarga BEM dan rekan dalam beberapa *event* dan organisasi.
13. Semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu demi satu yang selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Surakarta, 21-07-2017

Penulis

PUBLIKASI

Sebagian skripsi berjudul “An Experimental Realization of a Two-dimensional Local Defect Type Sonic Crystal” akan dipublikasikan pada **The 2nd International Joint Conference on Advanced Engineering and Technology (IJCAET 2017)**, Bali, 24-26 Agustus 2017.

DAFTAR ISI

ANALISIS FREKUENSI RESONANSI LOKAL DAN KOEFISIEN SERAP	
PADA SONIK KRISTAL 2D	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
PUBLIKASI	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR GRAFIK	xvii
DAFTAR SIMBOL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Batasan Masalah	2
1.3. Perumusan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Bunyi	4
2.2. Gelombang Bunyi	5
2.3. Intensitas	7
2.4. Interaksi Gelombang pada Bidang Batas	7
2.5. Hamburan	8
2.6. Penyerapan	9
2.7. Metamaterial	10
2.8. Phononic Crystal	12
2.9. Sonik Kristal	13
2.10. Cacat	13
2.11. Resonansi Lokal metamaterial Akustik	13
2.12. Rugi Sisipan	14

2.13.	Impedansi.....	14
2.14.	Metode Tabung Impedansi Dua Mikrofon	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		19
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2	Alat dan Bahan	19
3.2.1	Alat.....	19
3.2.1	Bahan.....	19
3.3	Prosedur Penelitian.....	19
3.3.1	Persiapan Alat dan Bahan	20
3.3.2	Pembuatan Sampel	21
3.4	Metode Penelitian.....	24
3.4.1	Pengujian.....	24
3.4.2	Display Grafik.....	26
3.4.3	Analisa.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Menentukan nilai Rugi Sisipan Bunyi pada Jumlah cacat kisi pada permukaan kisi sampel sonik kristal	27
4.2	Menentukan nilai Frekuensi Resonansi Lokal pada jumlah cacat kisi pada permukaan kisi sampel sonik kristal.....	28
4.3	Menentukan nilai Rugi Sisipan cacat sebaran pada kisi sampel sonik kristal.....	29
4.4	Menentukan nilai Frekuensi Resonansi Lokal cacat sebaran pada kisi sampel sonik kristal.....	31
4.5	Menentukan nilai Kinerja Serapan Bunyi pada cacat kisi permukaan kisi sampel sonik kristal.....	32
4.6	Menentukan nilai Kinerja Serapan Bunyi pada cacat sebaran pada kisi sampel sonik Kristal.....	34
BAB V PENUTUP.....		37
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA		39
DAFTAR LAMPIRAN.....		41
1.	Data Hasil Pengujian.....	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Variasi tabung dan cacat.....	21
Tabel 3.2. Sonik Kristal Cacat Kisi	22
Tabel 3.3. Sonik Kristal Cacat Sebaran.....	23

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Sifat Bunyi yang Mengenai Bidang.....	5
Gambar 2.2. Sifat Bunyi yang Mengenai Bidang Batas.....	5
Gambar 2.3. Perambatan gelombang melalui bidang batas dua medium.....	8
Gambar 2.4. Scattering.....	9
Gambar 2.5. Gejala Refleksi, Transmisi dan Absorpsi.....	9
Gambar 2.6.(a) Susunan silinder secara persegi, (b) sifat dari silinder secara mekanik, (c) rangkaian resonansi LC	11
Gambar 2.7. Ilustrasi dari Refraksi Negatif, a) keadaan normal dan b) terjadi refraksi negatif	11
Gambar 2.8. <i>Phononic Crystals</i>	12
Gambar 2.9. Dua buah silinder dikenai gelombang datang.....	12
Gambar 2. 10. Metode pengukuran koefisien serap dengan menggunakan fungsi pindah: letak dan interval mikrofon.....	17
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Prosedur Penelitian	20
Gambar 3.2. Sonik Kristal dengan 3 x 3 elemen	20
Gambar 3.3 Variasi tabung dan cacat pada sonik kristal.....	21
Gambar 3.4. Susunan Sonik Kristal Cacat Kisi	22
Gambar 3.5. Susunan Sonik Kristal Cacat Sebaran	23
Gambar 3.6. Skema Pengujian Koefisien Serapan Bunyi dengan Menggunakan Metode Tabung Impedansi Empat Mikrofon	24
Gambar 3.7. Posisi mikrofon ketika mengambil data insertion loss.....	25
Gambar 3.8. A. Variasi cacat sebaran dengan mengganti elemen dengan sedotan B. Variasi kisi dengan membuat cacat pada permukaan kisi.....	25
Gambar 4.1. Konfigurasi Struktur Bunyi Sonik kristal a. A9, b. A6D2-T, b. A7D2	33
Gambar 4.2. Konfigurasi Struktur Sonik Kristal a. A9, b. A6B2-T, c. A7B2...	35

Gambar 4.3. Konfigurasi Struktur Bunyi Sonik kristal a. A9, b. A6C2-T, c. A7C2.....	36
--	----

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1. Autospectrum CPB Analyzer Sebelum dan Setelah diberikan sampel sonik kristal dengan cacat kisi	27
Grafik 4.2. Perbedaan Sebelum dan setelah diberikan sonik kristal dengan cacat kisi	28
Grafik 4.3. <i>Impedance ratio</i> pada Sonik kristal A9, A7D2, A6D2-T	29
Grafik 4.4. Autospectrum CPB Analyzer Sebelum dan Setelah diberikan sampel sonik kristal dengan cacat kisi.....	30
Grafik 4.5. Perbedaan Sebelum dan setelah diberikan sampel sonik kristal dengan cacat kisi	30
Grafik 4.6. <i>Impedance ratio</i> pada sonik kristal A9, A6B2, A6B2-T.....	31
Grafik 4.7. <i>Impedance ratio</i> pada sonik kristal A9, A6C2-T, A7C2	32
Grafik 4.8. Koefisien Serap Bunyi Sonik kristal A9, A6D2-T, A7D2.....	33
Grafik 4.9. Koefisien Serap Bunyi pada sonik kristal A7B2, A6B2-T, A9.....	34
Grafik 4.10. Koefisien Serap Bunyi Sonik kristal A9, A6C2-T, A7C2.....	35

DAFTAR SIMBOL

y	: Simpangan	m
t	: Waktu	$s, detik$
ω	: Kecepatan sudut	rad/s
φ	: sudut fase	rad
v_0	: Kecepatan gelombang bunyi di udara	m/s
v	: Kecepatan gelombang	m/s
A	: Amplitudo	m
k	: Bilangan gelombang	$1/m$
f	: Frekuensi	Hz
P_0, P	: Tekanan	$Pa, N/m^2$
ΔP	: Perubahan tekanan	$Pa, N/m^2$
V_0, V	: Volume	m^3
ΔV	: Perubahan volume	m^3
ρ_0, ρ	: Kerapatan	kg/m^3
$\Delta \rho$: Perubahan kerapatan	kg/m^3
δ	: Dilatasi, fraksi perubahan volume	-
s	: Kondensasi, fraksi perubahan kerapatan	-
B	: Modulus Bulk	$Pa, N/m^2$
γ	: Tetapan Laplace	-
x	: Posisi partikel	m
u	: Simpangan partikel	m
I	: Intensitas gelombang bunyi	$J/s.m^2, Watt/m^2$
I_i	: Intensitas gelombang datang	$J/s.m^2, Watt/m^2$
I_r	: Intensitas gelombang pantul	$J/s.m^2, Watt/m^2$
I_t	: Intensitas gelombang transmisi	$J/s.m^2, Watt/m^2$
I_α	: Intensitas gelombang terserap	$J/s.m^2, Watt/m^2$
α_{spek}	: Koefisien Serap bunyi sepkuler	-
R	: Koefisien refleksi	-
α	: Koefisien serap	-
T	: Koefisien transmisi	-
z	: Impedansi spesifik	Kg/m^2s
Z	: Impedansi akustik	Kg/m^4s
u	: Kecepatan partikel medium	m/s
V	: Volume	m^3

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Data Hasil Pengujian.....	38